

双处理器在实时监控中的应用

Uperviso the Researches on Applications Using Double Processors in the Real time RY Control

摘要: 本文以当今变电站等实时监控系统的需求为背景,探讨DSP+MCU双处理器模式在实时监控单元中的应用。阐述了DSP与MCU间的数据通信方式,设计了一种基于DSP+MCU双处理器模式的实时监控单元的结构方案,并在变电站的实时监控中成功实现。

关键词: 实时监控; DSP; 数据通信; 嵌入式以太网

邱秀芹 (烟台大学计算机学院 264000)

陈巨升 王成修 王传启 (烟台东方电子 264000)

1 引言

实时监控就是对现场状态进行实时采集、传输、分析、处理、监视和控制。例如,变电站监控就是采集发电厂或变电站表征电力系统运行状态的模拟量和数字量,并向调度中心传送,而且还执行调度中心下发的控制和调节命令。监控单元是整个监控系统的前置I/O模块,直接和现场一次设备相连,是数据采集、处理、控制操作的核心,因此其性能的高低直接影响整个系统的性能指标。早期的监控单元是由一些分立元件构成,它所能处理的信息量很少,功能极为简单。随着微处理器技术的运用,监控单元也发展到了以单片机为核心的嵌入式系统。在早期的嵌入式系统中,大多采用单片低价位8位或16位MCU。

随着微处理器技术和监控技术的发展,越来越多的用户,尤其是一些特殊用户(如高压、超高压变电站及电气化铁路牵引变电所等)对变电站监控系统的性能需求也越来越高。例如,要求能实时分析高次谐波、能计算序分量以分析电能质量、能进行控制操

作以实现逻辑闭锁等。这些都需要高速数据采集及其处理,同时也需要实时和高可靠性的通信。面对这些需求,采用单一的DSP或MCU处理器构筑的传统硬件平台明显不能满足现在的需求。本文提出以DSP+MCU双处理器模式作为监控单元的核心,利用DSP芯片较强的数据处理能力实现数据的实时采集、分析和计算;利用MCU较强的通信处理能力实现高速可靠的现场通信,这是一种两全其美的解决方案。该方案已在变电站的实时监控中成功实现。

2 DSP与MCU间的数据交互

在以DSP+MCU双处理器为核心的智能单元中,二者之间的数据通信是系统设计的重要环节,直接影响到数据传输的效率和可靠性,常见的数据交互方式有三种。第一,采用双端口RAM解决双处理器间的数据通信。双端口RAM具有两套独立的数据、地址、控制总线,可以分别与DSP和MCU两个处理器接口,通过这一片外公共的存取空间,MCU和DSP就可以方便地进行数据交

互。其优点是实现起来较为方便;实时性较好。其缺点是增加了硬件成本;占用了有限的印制板空间;如果对控制信号(尤其是两测的BUSY信号)处理不好容易降低数据传输的可靠性。第二,采用串行通信方式。目前,大多数MCU和DSP芯片都具有较强的串行通信能力,且可以工作在较高的通信速率,采用串行接口也是一种较好的选择。串行通信可采用同步、异步、SPI[1]等方式。MCU为SPI的主设备,掌握通信的主动权,产生片选、时钟信号;DSP为SPI的从设备,被动的接收主机命令,并将主机所需信号放在主机的SIN引脚上;在这种主从式结构中,从机没有主动发言权。其优点是接口简单,只需四根信号线。其缺点是实时性不好;占用处理器资源,如两边的处理器没有专用通信协处理器或足够的FIFO,在通信过程中将频繁地产生收、发中断;需要加载一定的通信协议,因此软件实现起来较复杂。

本文采用第三种,即HPI[2]方式。TMS320C5000和TMS320C6000系列的DSP中含有HPI(即主机接口)。用来与主设备或

主处理器接口。外部主机是HPI的主控者，它可以通过HPI直接访问DSP的存储空间，包括存储器映像寄存器。HPI主要由5个部分组成：HPI存储器（DARAM），主要用作与主机传送数据；HPI地址寄存器，存放主机当前寻址HPI存储单元的地址；HPI数据锁存器，用于存放主机正要读写的数据；HPI控制寄存器，用于DSP或主机间的控制操作；HPI控制逻辑，用于处理HPI与主机之间的接口信号。

当DSP与主机交换信息时，HPI是主机的一个外围设备。DSP和主机可以在共用寻址方式下对HPI进行操作，主机和DSP都能寻址HPI存储器，异步工作主机的寻址可以在HPI内部重新得到同步。如果DSP与主机的周期发生冲突，则主机具有寻址优先权，DSP等待一个周期。MCU充当HPI的主机，值得注意的是，DSP可以通过对控制寄存器的操作以硬中断的方式将MCU打断，来实现MCU对DSP的快速响应，同样MCU也可以通过对控制寄存器的操作以内部中断的方式申请DSP的快速响应。

HPI接口的应用极大地方便了MCU与DSP间的数据交换，同时也降低了硬件/软件的开销。该方案灵活简单，又能满足实时性的需要，为开发人员提供了一种全新的数据共享、传输方案。

3 基于DSP+MCU的监控单元硬件平台的设计与实现

考虑对高性能监控单元的需要，设计了基于高性能DSP芯片TMS320VC5402和高性能MCU芯片MCF5272[3]的双处理器监控单元硬件系统结构，如图1所示。

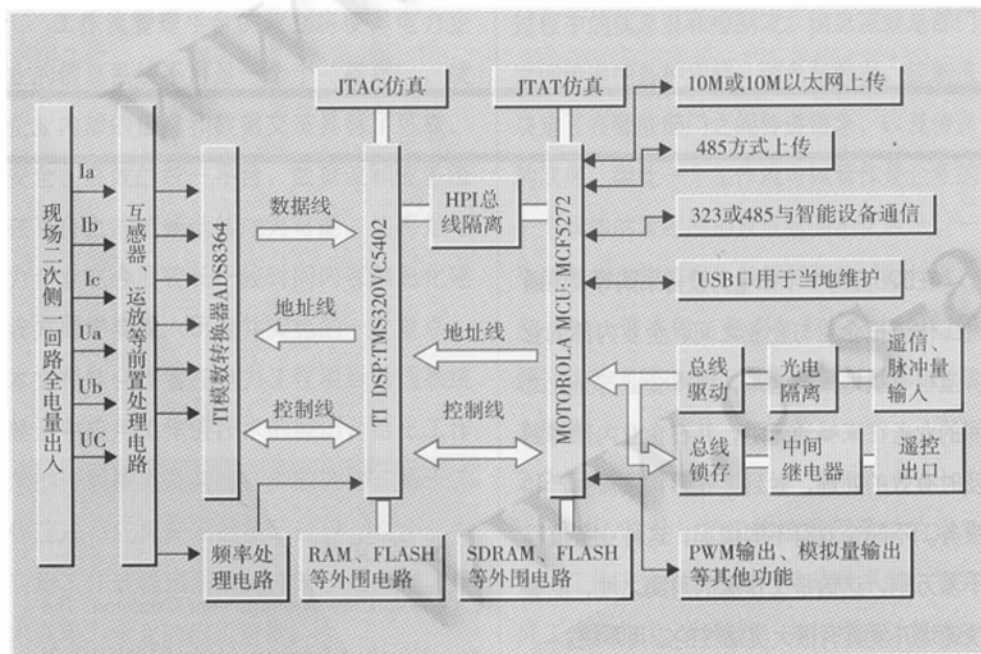


图1 双处理器监控单元硬件系统结构

模数转换器采用ADS8364芯片：16位精度，6通道同步采样，采样速率250KHz，并行接口。该AD芯片与处理器接口简单，控制方便，且可以同时将一条线路的所有电压、电流量输出，为后续的高级分析、计算提供了条件。数字信号处理器采用16位定点DSP芯片TMS320VC5402，除具有其它DSP芯片的特点外，还具有一个8位的HPI接口，指令执行速度达100MIPS。它与MCU接口方便，且适合于大容量数据处理和较复杂算法的实现。微处理器采用高性价比芯片MCF5272。32位数据、地址总线，SDRAM接口，四个16位定时器，三通道PWM输出，主频达66MHz。MCF5272具有很强的通信能力，含有一个10M全双工或一个

100M半双工以太网接口、一个USB1.1接口、两个URAT，此外还有QSPI接口，特别适合于通信处理。

4 性能分析与软件实现

由图1可见，系统主要由两部分组成，以DSP为核心的交流采样部分和以MCU为核心的数据通信部分，二者互相独立而又相互协作。DSP主要负责监控单元中的交流采样任务，采集系统频率，定时控制AD转换，读取AD转换结果，进行复杂的数据处理，并将处理结果放在HPI存储器中。对重要数据以硬中断的方式通知MCU快速提取，一般数据则由MCU根据需要主动读取。MCU负责系统的通信任务，以总线或网络的方式上传给上级设备，并执行上级设备下发的命令，同时承担一些信号输入、输出等耗时较少的工作。为防止MCU和DSP间的相互影响，HPI总线通过245进行了隔离。

交流采样方面：基于6通道快速采样AD和高性能DSP芯片，测控单元每周波可采样128点，除了计算一些常规的电压、电流、有功、无功、功率因素外，还具备用快速傅立叶变换分析高次谐波，计算谐波含量，计算正序、负序、零序分量，分析电网的不平衡度，分析输入量相位关系等一些高级功能。

通信方面：采用嵌入式以太网。随着变电站自动化程度的提高以及高压、超高压大型变电站自动化系统的发展，RS485总线、现场总线（如CAN、LonWorks等）通信方式已满足不了要求。嵌入式以太网的出现为变电站自动化系统的设计者提供了实现站内通信网络的新途径。MCF5272支持10M、100M嵌入式以太网的需要。另外，除了提供嵌入式以太网外，MCF5272在不需扩展通信芯片的情况下，还可使监控单元以485总线的方式接入其它装置，并可加载数据链路层协议（如HDLC协议）；可以将智能装置通过RS232或RS485就近接入监控单元；还可采用

USB接口方便地进行维护。

其它方面：可以实现软PLC功能，用于设备级的操作闭锁。

TMS320VC5402提供TAG标准测试接口，可通过PC机对目标板进行在线仿真、跟踪调试，可采用高级语言、汇编语言交叉编程，极大地缩短了开发周期。

MCF5272的软件部分采用VxWorks实时多任务操作系统来实现。VxWorks作为性能优秀的嵌入式操作系统，不论是在可靠性、实时性、可裁减性方面，还是在开放性、易用性等方面都有相当优势。它十分灵活，具有多达1800个功能强大的应用程序接口，适用于从最简单到最复杂产品的设计，可靠性也很高。

结合具体的工程需要，适当调整输入、输出量，可将以上的软、硬件平台广泛应用

到变电站自动装置（同期、备自投、故障录波）、继电保护以及其它行业的实时监控系统中。

5 结语

DSP+MCU双处理器结构是当前高性能监控单元设计的优选方案，它在高速数据采集和高速、高可靠通信方面有许多优势，但设计和开发较为复杂。随着电子技术的发展，DSP和MCU将走向融合。目前，很多厂商推出了MCU+DSP的双芯核芯片，但这样的多芯核处理环境势必增加系统软件开发和片上调试装置的复杂性。嵌入式芯片设计正朝着把单MCU-DSP芯核结构与存储器和外设逻辑集成在一起的方向发展。但无论如何，单片解决复杂的数据处理与通信问题将是今后发展的趋势。

参考文献

- 1 杨光、张太镒、孙建成，DSP多通道缓冲串行口SPI方式的应用，电子产品世界，10，2002。
- 2 邓思豪、曾春年，C54X DSP的HPI与PC机并口技术研究，电子产品世界，7，2002。
- 3 MCF5272 ColdFire Integrated Microprocessor User's Manual. Rev 0,12/2000。
- 4 任雁铭、操丰梅、秦立军、杨奇逊，基于嵌入式以太网的变电站自动化系统通信网络，电力系统自动，Sept.10,2001。
- 5 袁渊，基于嵌入式操作系统VxWorks的图形界面开发，电子产品世界，10,2002。